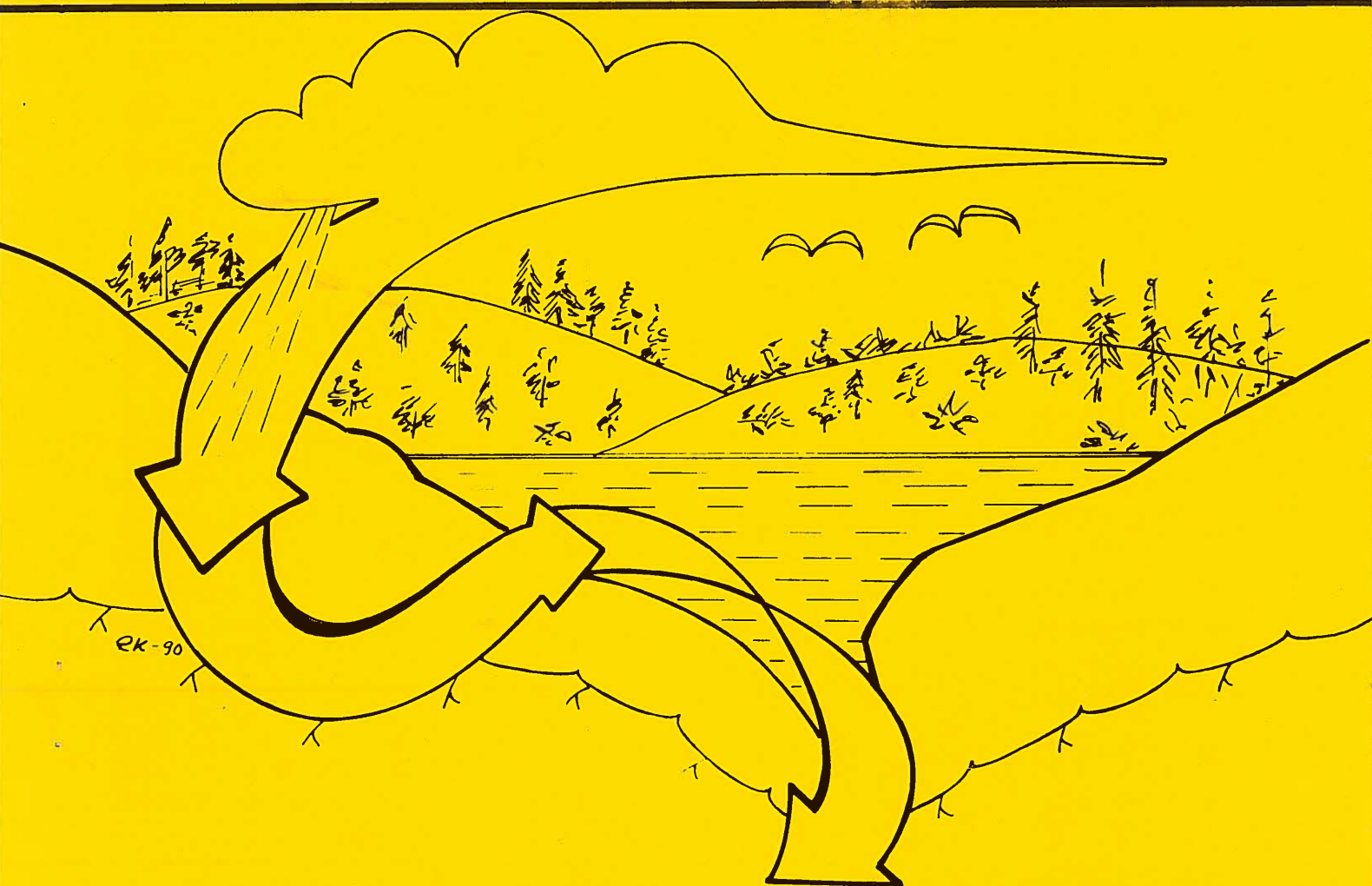




Tuloksia Suomen ympäristön yhdenntetystä seurannasta kaudelta 1988/89



Guy Söderman
Kim Dahlbo
Vesi- ja ympäristöhallitus
Helsinki 1990



Tuloksia Suomen ympäristön yhdennetystä seurannasta kaudelta 1988/89

Guy Söderman
Kim Dahlbo
Vesi- ja ympäristöhallitus
Helsinki 1990

SISÄLTÖ

ALKUSANAT.....	1
ALUEKOHTAINEN TARKASTELU.....	4
Valkeakotinen.....	4
Hietajärvi.....	5
Pesosjärvi.....	7
Vuoskojärvi.....	9
ARVIOINTI.....	10
LIITE	

JULKAISIJA
Vesi- ja ympäristöhallitus
Ympäristötietokeskus

TOIMITUS
Pirjo Ferin-Westerholm

ALKUSANAT

Suomen ympäristön yhdenntyn seurannan (YYS) ohjelma alkoi vuonna 1987. Suomeen on perustettu 4 YYS-aluetta: Evon Valkeakotisen alue, Patvinsuon Hietajärven alue, Oulangan Pesosjärven alue sekä Kevon Vuoskojärven alue. Kaikki alueet sijaitsevat suojelualueilla ja edustavat pieniä latvavesistöjä. Sellaisinaan ne ovat ohutmaapeitteisiä ja herkkiä reagoimaan kaukokulkeutuneisiin epäpuhtauksiin. Ekosysteemeissä ilmenevät haittavaikutukset voivat siten antaa ennakkovaroituksia mahdollisista suurimmista muutoksista Suomen luonnossa. Kaikilla valuma-alueilla on jouduttu aloittamaan monitieteellinen seurantatoiminta aivan alusta. Tästä syystä ohjelman rakentaminen on kestänyt jokseenkin kauan. Vielä tänä päivänä ei seurantaohjelma millään mainituilla alueilla vastaa täydellisesti ECE:n suosituksia perusohjelmaksi. Suurimmat vajaavuudet löytyvät Pesosjärven ja Vuoskojärven alueilla, missä ohjelma on vasta puolivälissä.

Kaikki Suomen alueet ovat osana kansainvälistä yhdenntyn seurannan verkostoa (UN ECE/IMP United Nation's Economic Commission For Europe/Integrated Monitoring Programme). Näin alueilta saatuja tuloksia julkaistaan osittain tämän ohjelman englanninkielisissä vuosiraporteissa. Ensimmäinen vuosiraportti on ilmestynyt vuonna 1990 ja se keskittyy ensisijaisesti alueiden väliseen vertailuun. Tässä suomenkielisessä raportissa yhteenvetotuloksia käsitellään pääasiassa aluekohtaisesti. Raportti on ensisijaisesti kirjoitettu seurantaohjelmassa mukana olleille tahoille. Käsittääksemme tulosraportointi tässä muodossa on tarpeellinen, jotta seurannan eri osapuolet paremmin pystyisivät muodostamaan kokonaisnäkemyksen toiminnasta.

Esitetyt YYS-tulokset koskevat ns. hydrologista kautta 1988/89 (marraskuu 1988 - lokakuu 1989). Ensitarkastelu rajoittuu kemiallisten muuttujien pitoisuuksiin (*concentrations*), virtauksiin (*fluxes*) ja taseisiin (*mass balances*). Seurannan biologista puolta käsitellään tarkemmin, kun siitä saadaan toistuvia tietoja. Tarkastelun ulkopuolelle on niinikään jätetty varastot (*exchangeable storages*) ja niissä tapahtuvat muutokset, koska eri ympäristöosien tilavuuksia ei vielä ole laskettu.

Tarkastelu on jaettu seuraaviin osiin:

- Ajallisesti on tarkasteltu talvi- ja kesäkautta erikseen. Kesäkaudeksi on valittu kuukaudet joiden keskilämpötila koko kaudelta $> + 5^{\circ}\text{C}$. Tämä aikaväli vastannee biologisen tuotannon voimakkainta kautta. Tarkastelukaudella tämä vastasi kaikilla alueilla ajanjaksoa touko-syyskuu.

- Pitoisuuksien ja ainemäärien tarkastelussa on ekosysteemin osat jaettu aineiden olomuotojen mukaan (kaasu- ja aerosolimudossa, vesiliukoisessa muodossa sekä kiinteässä, orgaanisessa + epäorgaanisessa, muodossa). Liitteessä olevissa taulukoissa osat on järjestetty "gravitatiivisen mallin" mukaan vuojärjestykseen niin pitkälle kuin se on ollut mahdollista.

- Ainevalinnassa on keskitytty happamoitumisen ja ravinnetasapainon kannalta tärkeimpiin makrokomponentteihin (S, N, P, C, H, Ca, Mg, Na, K, Cl). Lisäksi on alustavasti tarkasteltu mangaania ja alumiinia, jotka ilmaisevat happamoitumisen aiheuttaman liukenemisen voimakkuutta.

Kaikki tarkastelussa olevat tulokset perustuvat tietoihin, joita Ilmatieteen laitos, vesi- ja ympäristöhallinto, Metsäntutkimuslaitos sekä Helsingin, Joensuun, Oulun ja Turun yliopistot ovat toimittaneet Ympäristötietokeskuksen yhdenntyn seurannan tietokantaan.

Kartoissa suoalueet on katkoviivoitettu. Topografia näkyy 10-20 metrin välein erottuvina harmaasävyinä.

Symbolit ovat:

- laskeuman mittauspaikka
- vedenlaadun mittauspaikka
- puusto- ja neulaskoeala
- ▤ puusto-, neulas- ja maavesikoeala
- ▨ puusto- ja neulaskoeala, jossa lehvästö laskeuman/runkovalunnan mittaukset
- puusto-, neulas- ja maavesikoeala, jossa lehvästölaskenta/runkovaluntamittaukset

katkoviivalla rajattu alue : linnustonlaskenta-alue

ALUEKOHTAINEN TARKASTELU

VALKEAKOTINEN

Happamuutta lisäävien aineiden suurimmat pitoisuudet ja määrät mitattiin Valkeakotisen alueella. Rikkikuorma oli kaudella noin 10-13 kg/ha/v (neutralisoitujen merisuolojen osuus tästä on n. 9%), josta noin puolet arvioitiin olleen kuivalaskeumaa. Typpikuorma oli noin 9 kg/ha/v. Rikkikuorma ylittää 2-3 kertaista Pohjoismaiden ministerineuvoston tämäntyyppiselle alueelle asettaman kriittisen laskeuman rajan, typpikuorma jää hieman sen alle. Rikkikuorma kohdistuu ensisijaisesti maaperään. Typpikuormasta yli 90 % jäänee ekosysteemi-kiertoon. Happamasta laskeumasta rikillä on suurin merkitys. Alueen puskurikyky on rapautumis/kationivaihteluokassa. Alumiini on alueella mobiloitumassa.

Kauden keskilämpötila, +5,5 °C, ylitti selvästi pitkän ajanjakson keskiarvon (+3 °C) ja kausi oli normaalia kuivempi, vuosisadannan ollessa 553 mm (610 mm). Kauden virtaama oli 245 mm, joten kokonaisu-haihdunta oli jopa 56 % sadannasta. Sadannan ja virtaaman suhde oli kesäkaudelta 6,7:1 ja talvikau-delta 1,5:1.

Nitraattityypen, natriumin ja kloridin pitoisuudet oli-vat talvisadannassa korkeammat, sulfaattirikin, ammoniumtypen ja kaliumin pitoisuudet puolestaan kesäsadannassa. Sama kausikuvio toistuu myös laskeuman määrissä.

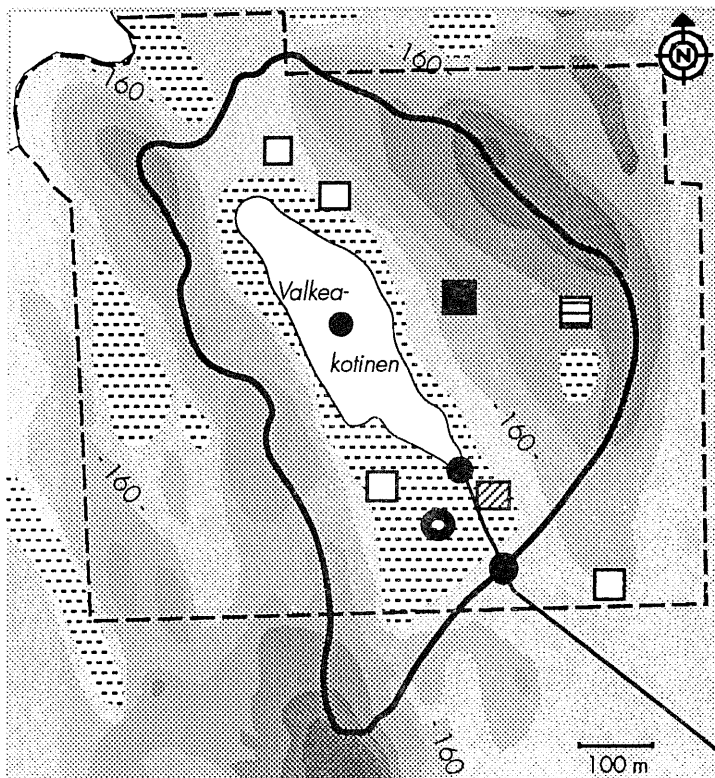
Kesäkaudella lehvästösadannan pitoisuudet olivat 2-5 kertaa korkeammat kuin avomaan vastaavat. Tätä pienemmät olivat nitraattityypen ja protonin ker-toimet. Sulfaattirikin mobiliteetti on alueella jonkin verran pienempi kuin kloridin. Ammoniumtypen korkeat pitoisuudet ovat yllättäviä. Ne voivat johtua lähialueiden maataloustoiminnasta (Westling, 1990) tai suuresta eliömassasta. Kaliumin lehvästösadanta-pitoisuudet olivat huomattavan korkeat, mikä viittaa aineen liukenemiseen lehvästöstä. Lehvästösadan-nan määrät olivat 1 - 2 kertaa suuremmat kuin sadelaskeuman, peruskationien ja kloridin määrät tätäkin suuremmat. Sulfaattirikin ja kloridin määrien perusteella voidaan arvioida, että sadelaskeuma vastaa ensisijaisesti märkälasseumaa, ja että kuiva-laskeuman osuus olisi yli 50 % kokonaislaskeumasta. Metsään tulevan laskeuman typpikomponenttien ja peruskationien osalta ekosysteemin "sisäinen kuor-mitusosuus" lienee melko suuri orgaanisten aineiden takia (Karlsson & Reissel, 1988).

Runkovalunnan pitoisuudet olivat erittäin korkeat. Tähän vaikuttanee kesäaikainen suuri haihdunta, joka väkevöittää runkovaluntaa. Sulfaattirikin ja klori-din pitoisuudet olivat 3-4 kertaiset lehvästösadantaan verrattuina. Näiden aineiden liikkuminen oli puula-jista riippumatonta. Sen sijaan lehtipuiden runkova-lunnassa magnesium- ja kaliumpitoisuudet olivat korkeat, havupuiden runkovalunnassa ammoniumty-pen. Eroavuudet voivat johtua kaarnan adsorbointi- ja liukenemiseroista tai lehvästön fysiologiasta. Run-kovalunnan määrää ei mitattu. Yleisesti sen kuitenkin oletetaan muodostavan vain noin 1-10% metsän ko-konaislaskeumasta, joten runkovalunnan osuus on jokseenkin merkityksetön maaperään kohdistuvasta kokonaislaskeumasta.

Maavesipitoisuuksista erityisesti sulfaattirikkipitoisuu-det olivat suhteellisen korkeat. Typpikomponenttien pitoisuudet olivat puolestaan matalat. Ylärinteillä etenkin sulfaattirikin ja kaliumin pitoisuudet olivat korkeammat, alarinteillä taas ammoniumtypen (ehkä hapettomimmista oloista johtuvaa). Ylärinteen alem-massa maakerroksessa mitatut korkeat pitoisuudet johtunevat kontaminaatiosta (huomaa mm. suuri fos-foripitoisuus). Kaikkien aineiden pitoisuudet laskevat maaperässä syvyyden kasvaessa, vähiten kuitenkin rikin, kalsiumin ja natriumin. Vetyionipitoisuudet, jot-ka laskeuman eri osissa ovat korkeat, laskevat maa-perässä neutralisoinnin takia voimakkaasti.

Valkeakotisen järven pitoisuudet olivat talvi- ja kesä-kaudella jokseenkin samat. Pintaosissa nitraattityp-pipitoisuudet olivat korkeammat. Valuman ja järvi-veden kemiassa ei havaittu oleellisia eroja. Kesäkau-den valumassa nitraattityppipitoisuudet olivat kui-tenkin korkeammat kuin järvessä. Valkeakotisessa ja sen valumassa mitatut alumiinipitoisuudet olivat huomattavat (200-300 ug/l), mikä viittaa alumiinin mahdolliseen liukenemiseen maaperästä (vrt. Bringmark 1990). Suurin osa alumiinista lienee humusaineksiin sidottu, koska veden väriarvot ovat melko korkeahkot. Rikin ja typen valuman ja laskeu-man määrien suhteita on verrattu kuvissa 1 ja 2. Rikillä on alueella selvästi kausivaihtelua ja huippu lumensulamisen yhteydessä, typpellä ei ole.

Neulasten pitoisuudet olivat normaalisti korkeam-mat kuin maaperän humuskerroksen vastaavat. Poik-keuksen tästä muodostavat antropogeeniset rikki ja lyijy, jotka ovat orgaanisiin humusaineksiin sitoutu-via. Eri puolajien neulasten välisiä erojakin mitattiin: typpi- ja lyijypitoisuudet olivat korkeammat mänty-jen neulasissa, peruskationien ja mangaanin pitoi-



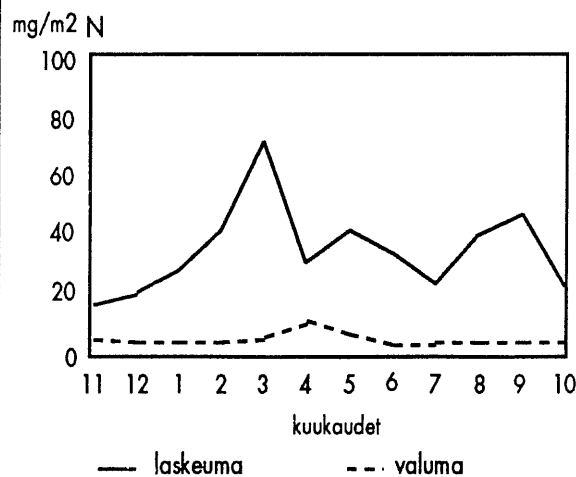
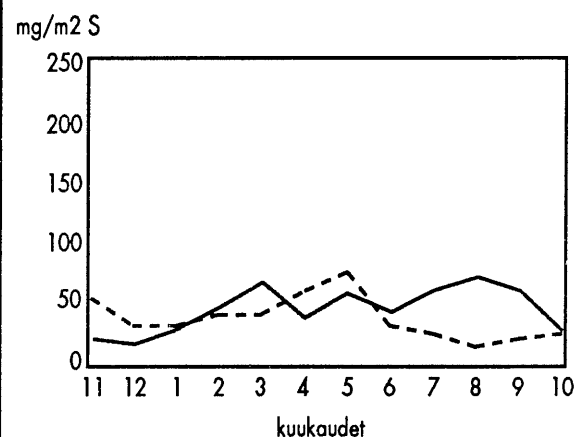
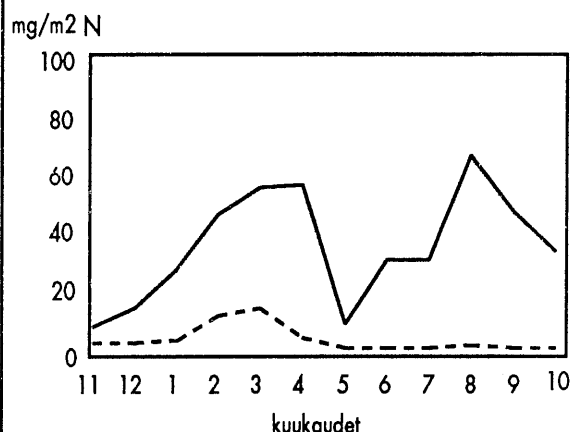
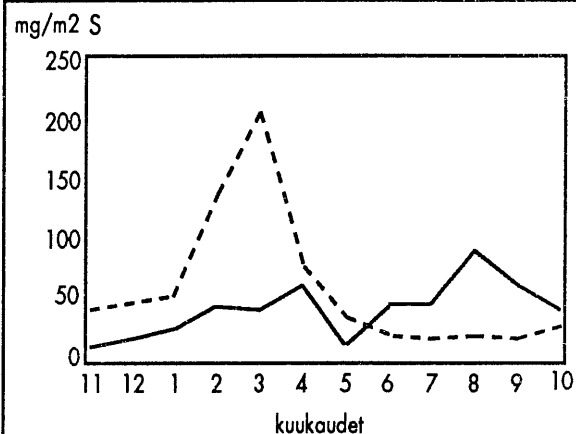
suudet taas kuusen neulasissa.

Maaperän pitoisuudet laskevat voimakkaasti syvyyssunnassa kuten podsoleissa yleensä. Poikkeuksena ovat natrium ja alumiini, joista jälkimmäisen pitoisuudet humuskerroksessa ovat mineraalimaakerrokseen verrattuna hyvin pienet.

Taseet osoittavat typpiyhdisteiden kertyvän talvikautena kun muut aineet liukenevat. Kesäkausi on kertymän aikaa, jolloin vain peruskationit liukenevat. Koko kaudelta lasketut tulokset viittaavat typen kertyvän ja muiden aineiden liukenevan.

HIETAJÄRVI

Alueen rikkikuorma oli kaudella noin 8-10 kg/ha/v (josta merisuolojen osuus on n. 8%). Kuivalaskeuman osuus oli noin 50% kokonaislaskeumasta. Typpikuorma oli noin 8 kg/ha/v. Rikkikuorma kohdistuu ensisijaisesti maaperään, mutta viipymä on suurempi kuin Valkeakotisella. Typpikuormasta yli 90 % jäänee ekosysteemi-kiertoon. Protonikuormaksi laskettiin noin 50 mekv/m²/v, joka neutralisoituu kokonaan rapautumisen yhteydessä. Peruskationeista liukenee suhteellisesti eniten natriumia ja kaliumia, mikä johtunee maaperän mineraalikoostumuksesta. Vaikka alueen kallioperä koostuu happamista kivilajeista, joiden puskurikyky on Kuvat 1-4. Rikin ja typen valuman ja laskeuman määrien suhteita Valkeakotisella (yllä) ja Hietajärvellä (alla).



heikko, osoittavat tulokset toista s.o. suuri hydrokarbonaattipoistuma. Rikin viipymä ja suuri karbonaattimenetys johtunee alueen runsaasta orgaanisesta ainevarastosta (suolaluiden suhteellinen suuri osuus).

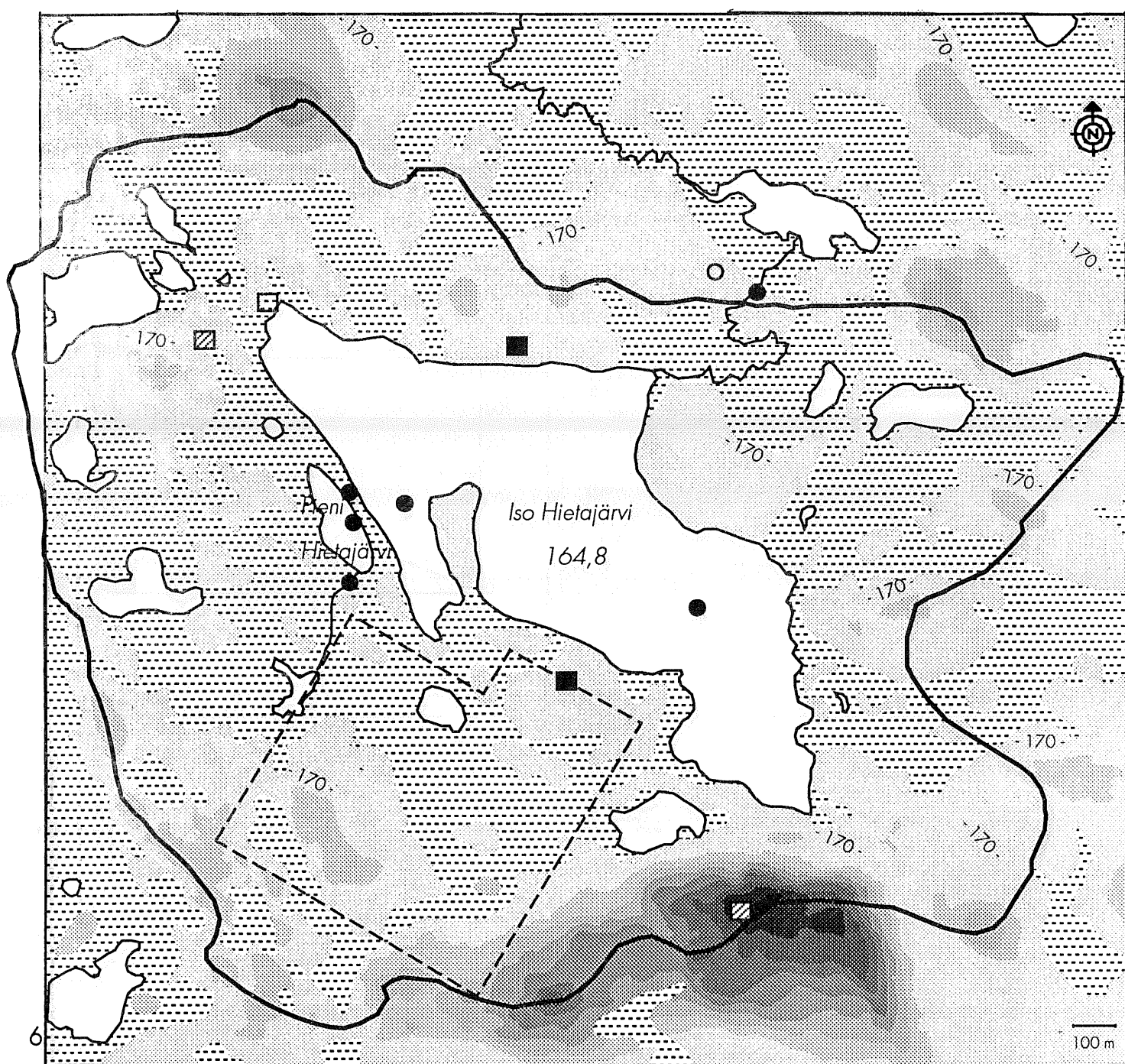
Kauden keskilämpötila oli $+3.3^{\circ}\text{C}$ ja ylitti normaalin ($+2^{\circ}\text{C}$). Kausi oli myös normaalia kosteampi, vuosisadannan ollessa 674 mm (600 mm). Kauden virtaama oli 495 mm, joten kokonaishaihdunta oli vain 27 % sadannasta. Sadannan ja virtaaman suhde oli kesäkaudella 1,7:1 ja talvikaudella 1,1:1.

Kuten Kotisen alueella nitraattitypen, natriumin ja

kloridin pitoisuudet olivat talvisadannassa korkeammat. Kalsiumin, kaliumin ja magnesiumin pitoisuudet nousevat puolestaan kesäsadannassa. Pitoisuusjakauma heijastuu myös laskeumamääriin, joskin sulfaattirikkimääräkin oli kesäkaudella suurempi.

Lehvästösadannan pitoisuudet olivat kauttaaltaan noin 1-2 kertaiset avomaasadantaan verrattuna; poikkeuksena vain ammoniumtyppi. Metsään tulevan laskeuman määrät olivat noin 1-2 kertaa suuremmat kuin sadelaskeuman. Tätä pienemmät suhteet olivat typikomponenteilla.

Runkovalunnan pitoisuudet olivat korkeat, etenkin



sulfaattirikin ja protonin. Matalimmat pitoisuudet mitattiin typpikomponenteille kuten Valkeakotisellakin. Puulajilla ei ollut sulfaattirikin ja ammoniumtypen osalta merkittäviä eroja. Mittaukset osoittavat kuitenkin, että kahden männikön runkovalunnan pitoisuudet voivat suuresti vaihdella, mikä on selitettävissä rakenteellisilla tai sisäisen kuormituksen eroilla.

Maaveden pitoisuudet olivat runkovalunnan pitoisuuksia huomattavan paljon matalammat verrattuna Valkeakotisen alueeseen. Myös erot eri syvyyksien välillä olivat pienemmät. Sulfaattirikki- ja nitraattityppipitoisuudet olivat kuitenkin pintakerroksissa korkeammat. Ammoniumtypen pitoisuudet ovat puolestaan korkeammat alemmissä kerroksissa.

Pienen ja Ison Hietajärven vesikemiat eivät oleellisesti poikenneet talvi- ja kesä kautena. Ammoniumtyppeä oli kuitenkin vähän enemmän talvikaudella. Sulfaattirikkipitoisuudet olivat molemmissa järvissä korkeimmat pintakerroksissa. Pitoisuuserot kahden järven välillä olivat yllättävän pienet. Kokonaisfosforia oli kuitenkin Pienessä Hietajärvessä enemmän ja sulfaattirikkeä Isossa Hietajärvessä. Valuman kemia ja Ison Hietajärven kemia eivät myöskään poikenneet paljon. Rikin ja typen valuma- ja laskeumamäärien väliset suhteet on esitetty kuvissa 3 ja 4.

Vertailut neulasten pitoisuuksien ja maaperän humuskerroksen välillä viittaavat samaan ilmiöön kuin Valkeakotisella: rikkiä ja lyijyä on kertynyt humuskerrokseen. Maaperässä esiintyi ylärinteellä enemmän typpeä, kaliumia, fosforia ja mangaania, alarinteellä taas enemmän natriumia. Maaperäpitoisuudet laskevat voimakkaasti syvemmissä maakerroksissa. Alumiinia on runsaimmin podsolin uuttumiskerroksessa.

Taseet osoittavat typen kertyvän sekä talvi- että kesäkaudella. Rikkikertymä kohdistui kesäkauteen. Koko kaudella rikki- ja typpiyhdisteet kertyivät, peruskationit liukenivat.

PESOSJÄRVI

Vaikka Pesosjärven seuranta on vaillinainen, se osoittaa jo nyt alueen poikkeavan paljon edellä mainituista. Suurin ero on maahan kohdistuvan happokuormituksen pienuudessa ja maaperän korkeammassa puskurointikyvyssä (vihreäkivet, dolomiitti). Alueen rikkikuormalienee luokkaa 6-7 kg/ha/v (josta noin 7% on merisuolojen tuomaa neutralisoitunutta rikkiä). Ensimmäisen kauden tulokset viittaavat kuormituksen kohdistuvan puuston latvuksiin. Se näkyy alueen kuusten harsuuntuneisuutena. Runsa ja epäpuhtausherkkä epifyttikasvusto voi tilanteen jatkuessa huomattavasti

vähentyä.

Kauden keskilämpötila oli $+0.9^{\circ}\text{C}$ ja ylitti normaalin (0°C). Kausi oli myös huomattavasti normaalia kosteampi, vuosisadannan ollessa 640 mm (520 mm). Pintaveden laadun ja määrän mittauksia ei kaudella tehty.

Kuten eteläisimmilläkin alueilla olivat nitraattitypen, natriumin ja kloridin pitoisuudet talvisadannassa suhteellisesti katsoen korkeat. Kalsiumin, magnesiumin ja ammoniumtypen pitoisuudet olivat myös korkeammat talvikaudella. Vain kaliumpitoisuudet olivat kesäkaudella muita selvästi korkeammat. Pitoisuusjakauma ei heijastu laskeumamääriin. Vain nitraattitypen ja kloridin määrät olivat talvella suuremmat.

Lehvästö sadannan pitoisuudet olivat noin 1-4 kertaiset laskeumaan verrattuna samoin poikkeuksin kuin eteläisemmillä alueilla. Metsään tulevan laskeuman määrät olivat 1-3 kertaiset sadelaskeumaan verrattuna. Tätäkin pienemmät suhteet oli sulfaattirikillä ja typpikomponenteilla ja korkeammat kaliumilla. Lehvästösadannan perusteella rikin kuivalaskeuman osuus kokonaislaskeumasta ei ole arvioitavissa. Kloridin perusteella se olisi noin 60%.

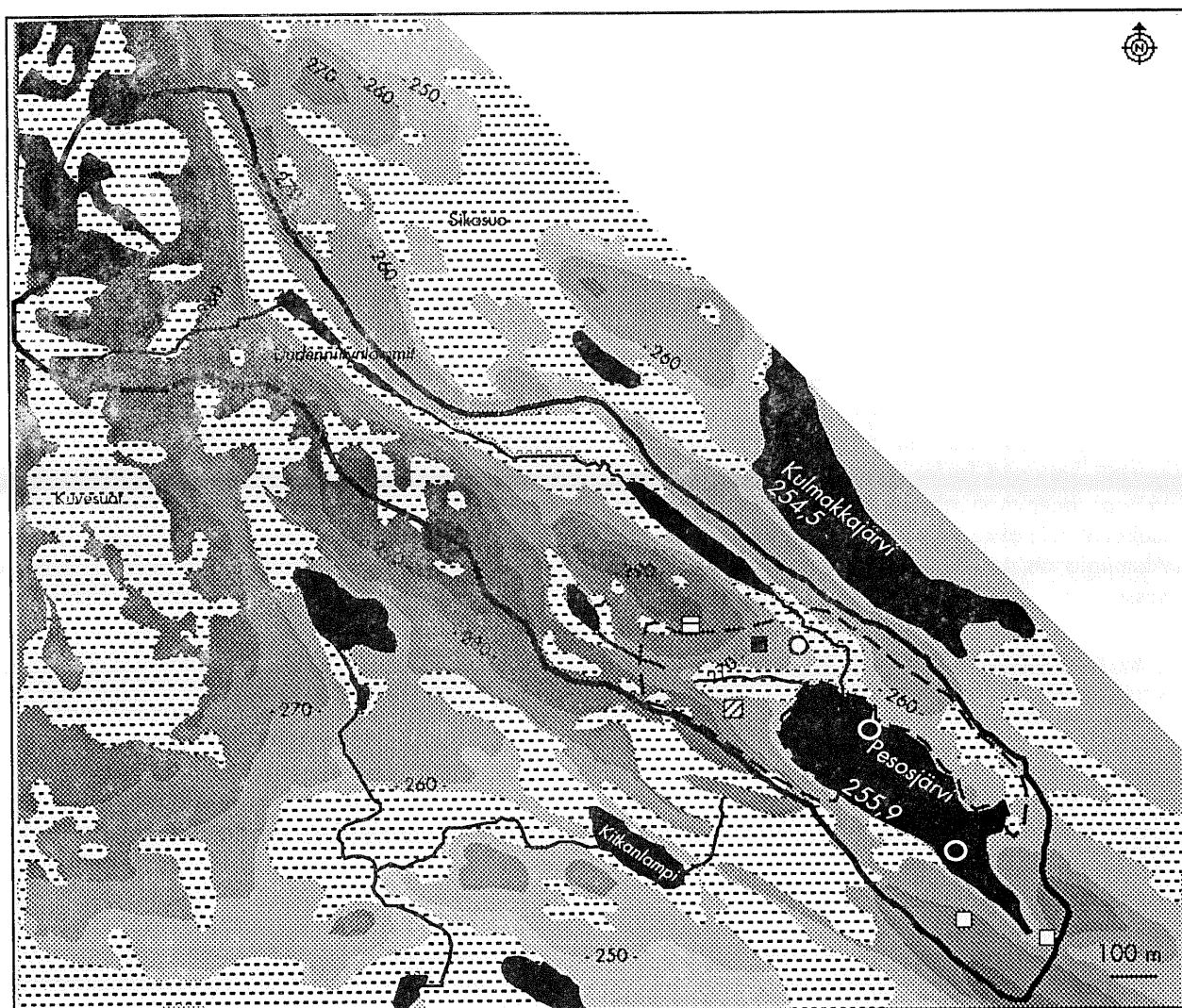
Runkovalunnan pitoisuudet olivat eteläisempiä alueita matalammat, etenkin sulfaattirikin ja protonin kohdalla. Suhteellisesti matalimmat pitoisuudet tavattiin typpikomponenteilla. Puulajien välillä oli merkittäviä eroja. Kuusella oli korkeat sulfaattirikki-, nitraattityppi-, natrium-, kloridi- ja lyijypitoisuudet. Koivulla oli hyvin korkeat protonipitoisuudet, mutta matalat ammoniumtyppipitoisuudet. Haavalla oli korkeat magnesiumpitoisuudet ja matalat metallipitoisuudet.

Maaveden pitoisuudet eivät eri rinnekohtissa paljon poikenneet toisistaan. Alemmissä maavesikerroksissa sulfaattirikin ja ammoniumtypen pitoisuudet kasvavat, ylemmissä natriumin ja kaliumin pitoisuudet.

Alueella on poikkeuksellisen paljon epifyyttejä ja korkea PSI-arvo, joka ilmentää epifyyttijäkälästön saasteherkkyyttä (Hultengren & Martinsson, 1990, Bräkenhielm 1990). Tämä johtuu runsaista luppoe-siintymisistä. Myös puuston harsuuntuneisuusaste on korkea, etenkin kuusella (taulu 1). Pystyyn kuolleita puitakin tavattiin monissa ikäluokissa. Runsaan epifyttikasvuston absorboimiskyky voi osin selittää sade- ja lehvästölasseuman eroa.

alue	kuusi	mänty	PSI
Valkeakotinen	10	7	24
Hietajärvi	0	12	-
Pesosjärvi	34	10	192
Vuoskojärvi	-	10	50

Taulu 1. Havupuiden harsuuntuneisuusaste (%) ja epifyyttikälien saasteherkkyysindeksi (PSI)



VUOSKOJÄRVI

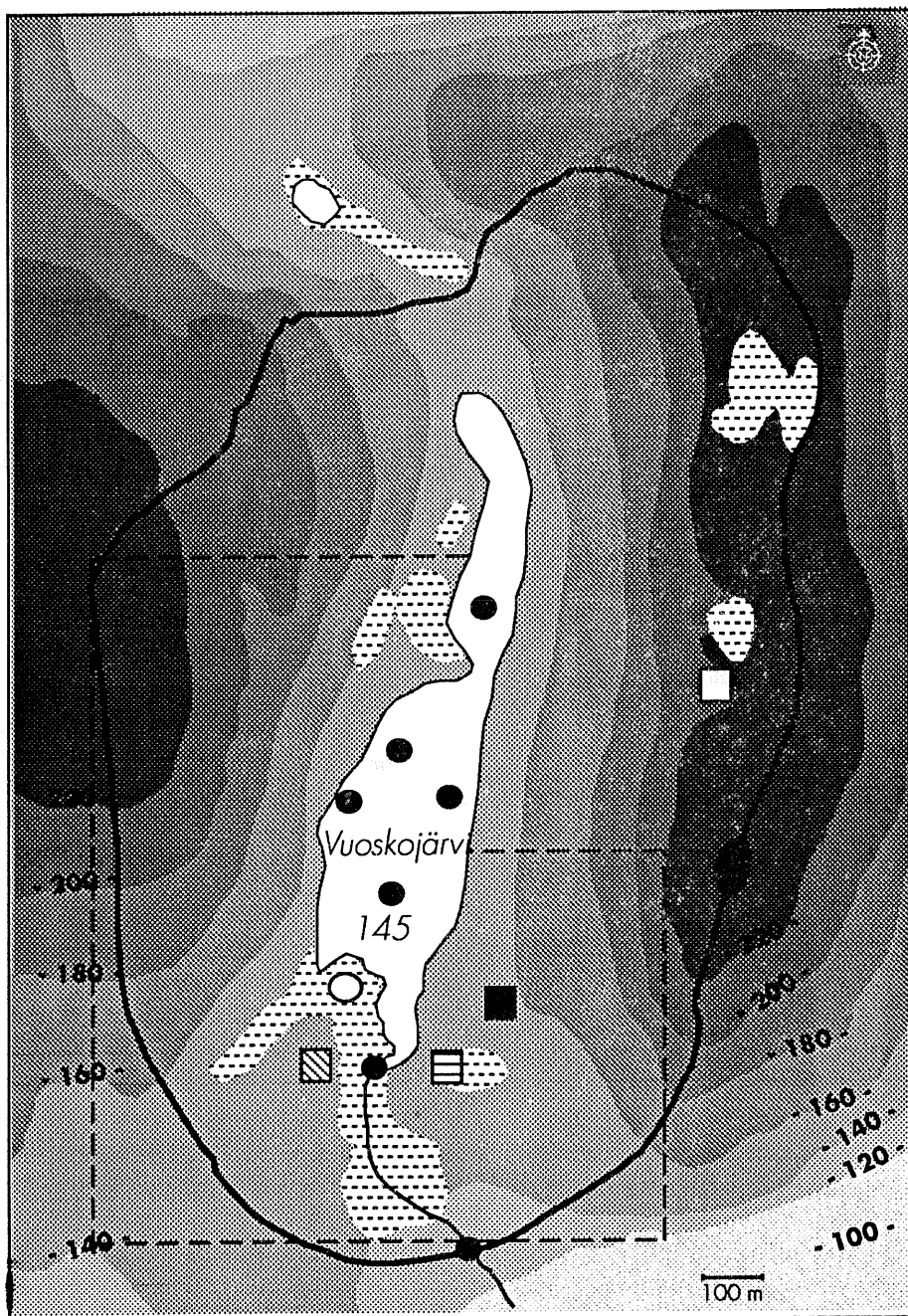
Alueen rikkikuormaksi arvioitiin noin 4-5 kg/ha/v. Merisuolojen osuus kokonaislaskeumasta on muita alueita merkittävämpi (14%).

Kauden keskilämpötila oli -0.6 °C ja oli normaali (-1 °C). Kausi oli normaalia kosteampi. Vuosisadanta oli 508 mm (380 mm). Kauden virtaamaa ei mitattu.

Kaikkien aineiden pitoisuudet olivat talvisadannassa korkeammat, erityisesti kuitenkin nitraattitypen ja kloridin. Pitoisuusjakauma heijastuu myös laskeumamääriin. Sulfaattirikkimäärä oli kuitenkin kesäkaudella suurempi.

Lehvästösadannan kesäpitoisuudet (huom! mitattu tunturikoivikossa) olivat noin 1-4 kertaiset laskeumaan verrattuna, poikkeuksena magnesium ja kalium, jotka olivat tätäkin luokkaa korkeammat. Nitraattitypen ja protonin kertoimet olivat pienempiä. Metsään tulevan laskeuman peruskationien määrät olivat sadelaskeumaan verrattuna korkeammat, sulfaattirikin ja nitraattitypen pienemmät. Lehvästösadannan perusteella kuivalaskeuman rikkisuus ei ole arvioitavissa. Kloridin perusteella se on noin 60%.

Runkovalunnan pitoisuudet olivat sadelaskeumaan verrattuina huomattavan korkeat. Suhteellisesti matalimmat pitoisuudet mitattiin nitraattitypelle.



Maaveden pitoisuuksista huomio kiinnittyy etenkin sulfaattirikkiin, jonka pitoisuudet ylittivät Hietajärven ja Pesosjärven vastaavat. Toisaalta nitraattityppeä ei ollut nimeksikään. Alarinneasemasta tavattiin enemmän natriumia, mutta vähemmän mangaania. Ylimmissä kerroksissa mitattiin myös korkeampia kalsium-, kalium- ja lyijypitoisuuksia.

Vuoskojärven järvipitoisuudet olivat talvikaudella korkeammat. Pinta- ja syväkerroksien välillä ei ollut kauden aikana merkittäviä eroja. Valuman kemia ja järven kemia eivät myöskään poikenneet paljon. Järvessä oli jonkin verran korkeampia ammoniumtyppi- ja natriumpitoisuuksia, valumassa sen sijaan nitraattityppi- ja fosforipitoisuuksia. Valuman pitoisuudet olivat kalsiumia lukuunottamatta talvella korkeammat.

Vertailut neulasten pitoisuuksien ja maaperän humuskerroksen välillä osoittaa saman ilmiön kuin muillakin alueilla: rikkiä ja lyijyä on kertynyt humuskerrokseen. Myös kalsiumia oli enemmän humuskerroksessa kuin neulasissa. Maaperän pitoisuudet laskevat voimakkaasti syvemmälle mentäessä. Humuksessa on erityisen paljon rikkiä, tyypeä ja vetyioneja. Alumiinia on runsaimmin podsolin uuttumiskerroksessa, mutta paljon myös humuksessa.

ARVIOINTI

Raportoitu kausi edustaa ensimmäistä seurantavuotta, joten aikaperspektiivi jää kovin lyhyeksi. Tästä syystä kaikessa tulkinnassa tulee noudattaa suurta varovaisuutta. Vasta 3-5 vuoden kuluttua voidaan sanoa, ovatko nyt esitetyt tulokset suuntaa-antavia.

Seurannasta puuttuvat vielä kokonaan pohjaveden ja karikkeen muodostumisen osuudet. Nämä ovat hyvin tärkeitä osia arvioitaessa aineiden liikkumista ekosysteemeissä.

Nykyinenkin seuranta kaipaava lisää tarkkuutta. Metsään tulevan laskeuman ja runkovalunnan arvot edustavat nyt vain kesäkautta. Näistä ohjelmaosista tulisi saada ympärivuotiset tiedot, muutoin on lähes mahdotonta arvioida typpikomponenttien kuivalasumaosuuksia. Se lieene mahdollista kaudella, jolloin bioottinen toiminta on lähes pysähdyksissä. Valuman kemia tulisi analysoida vähintään kerran kuussa. Vaikkakin valuma on pieni kesäkaudella, ja siten taselaskelmien kannalta vähemmän merkityksellinen, on kuitenkin tarpeen myös saada tietoa mahdollisten kuivakausien jälkeisistä pitoisuuksista. Etenkin sulfaattirikkipitoisuuden tiedetään nousevan hyvin korkeaksi kuivakauden jälkeen. Taselaskelmien kannalta etenkin sademäärän tarkkuutta pitäisi nostaa. Nyt

mahdolliset erot voivat johtua paikallisista sademääräpoikkeamista (Bremer et al. 1990).

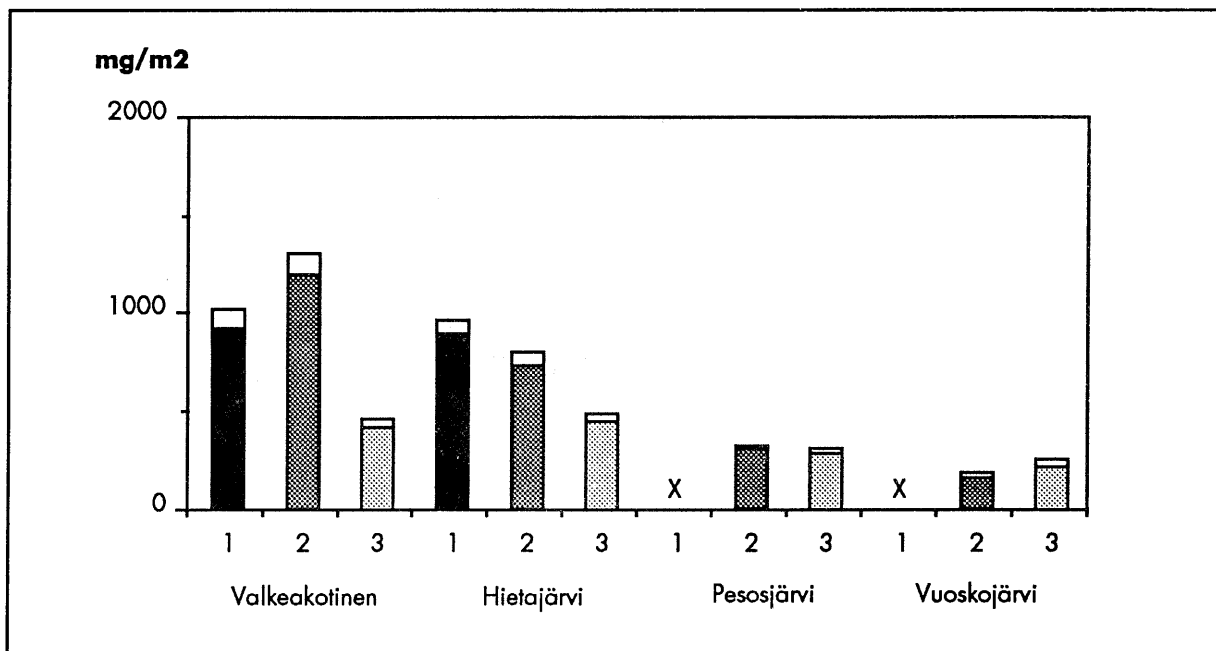
Taulukoissa esitetyt taseet perustuvat mitattuihin arvoihin. Verrattaessa sadelaskeuman ja metsään tulevan laskeuman tuloksia keskenään voi helposti todeta ettei sadelaskeuma suinkaan vastaa kokonaislaskeumaa vaan lähinnä märkälasseuman osuutta (vrt Westling 1990). Taselaskelmien korjaamiseksi kuivalaskeuman osalta on esitetty ainakin kolme menetelmää:

1 ilmassa olevien aerosolipitoisuuksien ja niiden laskeutumisnopeuden mallintaminen (Löfblad & Westling 1989). Tätä menetelmää ei voida Suomen alueiden osalta vielä käyttää puuttuvien ilmanlaatumittausten takia. Kansainvälisestäkin tätä menetelmää on kritisoitu, koska mallintaminen soveltuu toistaiseksi vain sulfaattirikille ja heikosti typelle.

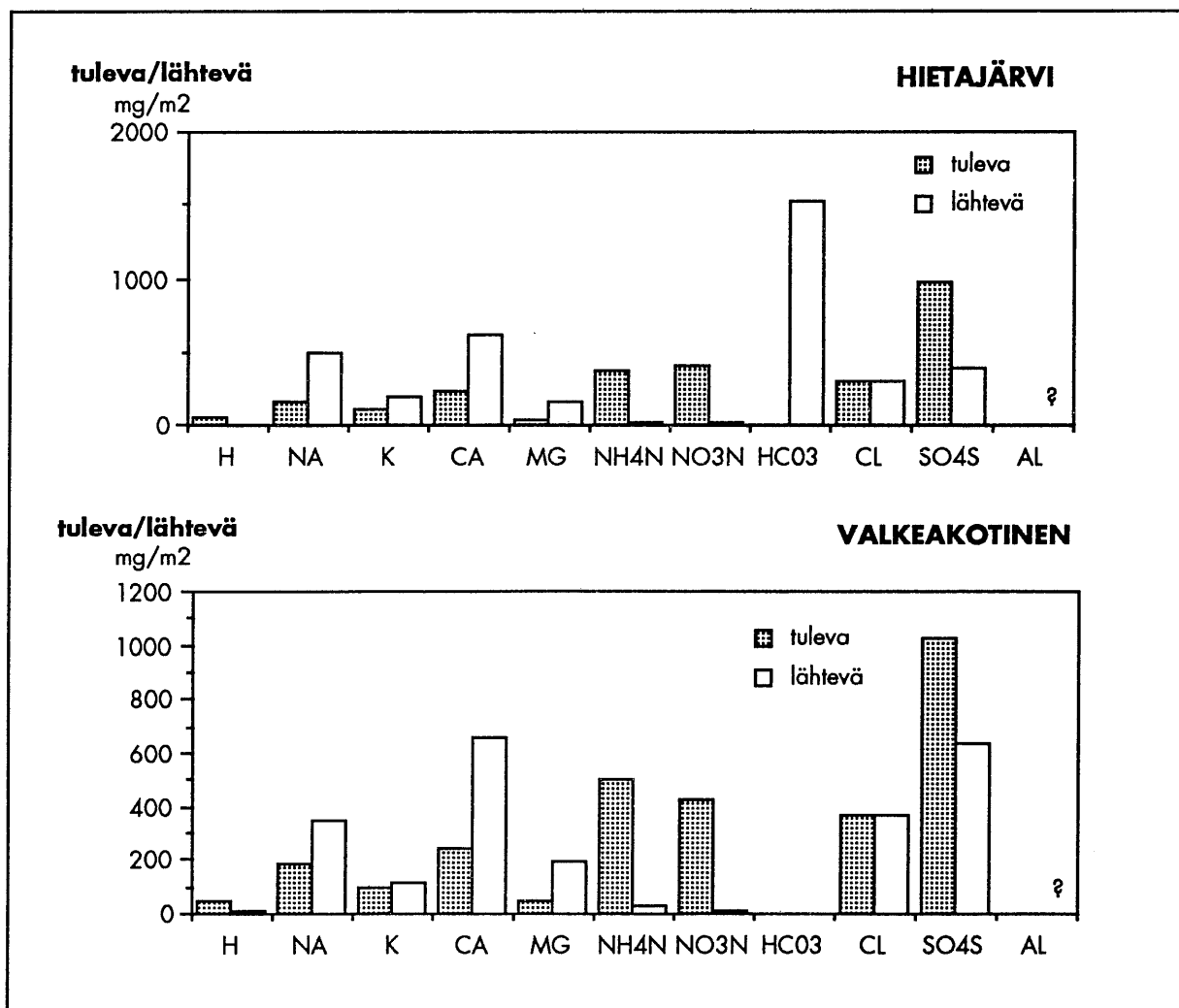
2 kloriditasekorjaus (Wright & Johannesen 1980). Menetelmä perustuu olettamukseen, että kloridia liukenee yhtä paljon kuin sitä alueelle laskeutuu, ja että ero kloridimäärissä edustaa kuivalaskeuman osuutta. Kuiva- ja märkälasseuman ainesuhteet oletetaan tällöin samanlaisiksi. Reynolds & Pomeroy (1988) ovat kuitenkin osoittaneet, että kloridi ei aina ole tasapainossa vaihtelevien hydrologisten olojen vuoksi. Nämä hydrologiset epätasapainotekijät taasoittunevat vain tarkastelukauden ollessa riittävän pitkä (yli 5 v). Cerny (1990) ja Westling (1990) viittaavat myös "sisäisiin" kloridiliukenemislähteisiin (esim. kloriittirapautumista).

3 lehvästösadelaskeumasuhteutettu korjaus (esim. Kallio & Kauppi 1990). Menetelmä perustuu mitattuihin laskeumasuhteisiin, joiden pohjalta oletetaan sulfaattirikin eron vastaavan kuivalaskeuman osuutta metsäalueilla. Peruskationien osalta oletetaan natriumin suhteen edustavan näiden aineiden kuivalaskeumaosuutta. Menetelmällä ei kuitenkaan voida korjata typpikomponenttien taseita ja natriumin lehvästölasseumassakin on sisäisiä tekijöitä (Karlsson & Reissel 1988).

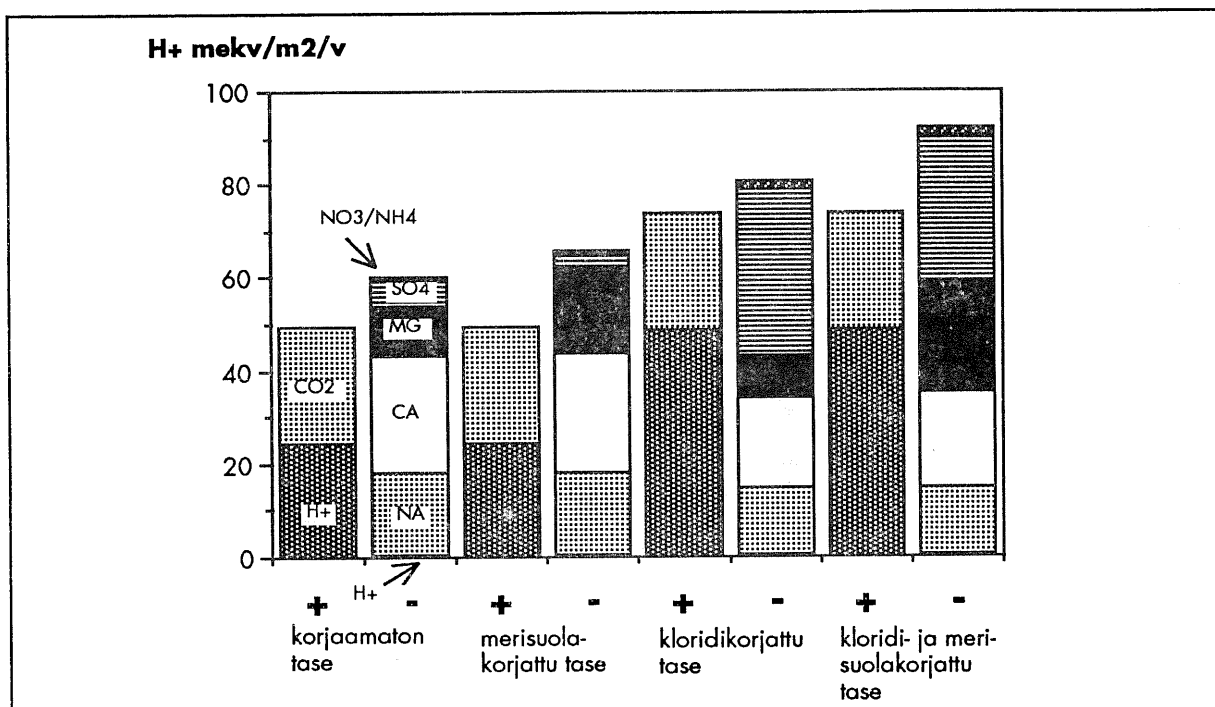
Kuvassa 5 on esitetty sulfaattirikin osalta kahta viimeisinä menetelmää. Pohjoisten alueiden osalta kloridikorjausta ei puuttuvien virtaamamittausten takia voi vielä tehdä. Laskeumasuhteutettu korjaus taas näyttää menettävän käyttökelpoisuuttaan näillä alueilla. Eteläisimpien alueiden korjauksella saadut arvot vastaavat suunnilleen Tuovinen et al. (1990) mallintamisella laskettuja arvoja. Sen sijaan Kallion & Kaupin kokonaisrikkilaskeumat ovat huomattavan paljon suuremmat (2000 - 1700 kg/km²/v). Kuvassa 6 on ainetaseet Kotisen ja Hietajärven alueille laskettu kloridikorjausmenetelmällä. Kuvassa 7 on esi-



Kuva 5. Rikkilaskeuman määrä eri laskentamenetelmin: 1= kloriditasekorjattu, 2= lehvästö-sadelaskeumasuh-teutettu, 3= korjaamaton, X= ei mahdollista. Valkoinen osuus: merisuola.



Kuva 6. Hietajärven ja Valkeakotisen kloridikorjatut ainetaseet kaudella 1988/89.



Kuva 7. Hietajärven alueen protonitase eri korjausmenetelmillä

	Hietajärvi			P.Hietajärvi	
	tuleva	lähtevä	erotus	lähtevä	erotus
SO ₄ S	488	397	+91	91	+397
NO ₃ N	204	16	+188	?	-
NH ₄ N	190	9	+181	4	+186
CA	114	614	-500	247	-133
MG	20	152	-132	54	-34
NA	81	493	-412	245	-164
K	51	197	-146	93	-42
HCO ₃	0	1522	-1522	615	-615
CL	155	309	-154	?	-
AL	?	?	-	?	-
H	25	0	+25	3	+22
FE	?	119	-	69	-
MN	?	9	-	5	-
Ptot	?	3	-	3	-

Taulu 2. Hietajärven valuma-alueen ja Pienen Hietajärven osavaluma-alueen ainetasevertailu (korjaamattomat arvot) mg/m²/v

tetty Hietajärven alueen protonitaseita. Laskelmat perustuvat Kallion & Kaupin (1990) esittämiin reaktiokaavioihin huomioiden erilaisia korjauksia.

Alueet edustavat tätä nykyä 2-3 erilaista puskuriluokkaa, mikä tekee niiden valinnan onnistuneeksi. Kaikilla alueilla on kuitenkin järviä, jotka voivat vaikuttaa tasestarkasteluihin. Alustavien tietojen perusteella on kuitenkin vielä hyvin vaikeaa arvioida järvisyyden täyttä merkitystä. Hietajärven alueelta kerätyt tiedot antavat kuitenkin jonkinlaisia viitteitä järvisyyden merkityksestä. Taulussa 2 on koko järvellisen valu-

ma-alueen ja erään sen järvettömän osavaluma-alueen (Pieni Hietajärvi) vuorvoja verrattuna toisiinsa. Arvot ovat korjaamattomia puuttuvien tietojen takia. Koko valuma-alueelta poistuvat ainemäärät ovat noin 2-3 kertaa suuremmat kuin osavaluma-alueelta lähtevät, poikkeuksena rikki, joka on noin 4 kertaa suurempi ja ammoniumtyyppi, jossa ei ole merkittävää eroa lainkaan. Pienen Hietajärven valuma-alue on noin kolmasosa koko valuma-alueen maapinta-alasta ja noin neljäsosa yhteispinta-alasta. Yleisesti tiedetään fosforin, raudan ja eräiden muiden metallien kertyvän sedimentteihin (Dillon *et al.* 1989).

Valkeakotisella ja Hietajärvellä havaitut suhteellisen korkeat typpivalumat eivät välttämättä osoita orastavaa typpikyllästyneisyyttä, vaan voivat johtua myös järviökosysteemien sisäisestä kuormituksesta.

Ainekohtainen tarkastelu rajoittuu toistaiseksi kesäkauden kuukausikeskimääriin pitoisuuksiin (kuvat 8 ja 9), jotka viittaavat seuraavaan:

SO₄S Valkeakotisen ja Vuoskojärven alueilla rikki läpäisee systeemin paremmin kuin soisemmilla Hietajärven ja Pesosjärven alueilla.

NO₃N Nitraattityppi assimiloituu nopeasti systeemin elollisiin osiin ja lienee pohjoisilla alueilla tärkein kasvua rajoittava tekijä.

NH₄N Ammoniumtyppi assimiloituu huomoin kuin nitraattityppi; hapettomimissa osissa sen merkitys on kuitenkin suurempi.

CA, NA, MG, K Ilmaperäiset osuudet ovat hyvin pieniä. Liukenemiseraja on todettavissa ainakin natriumin ja kalsiumin suhteen; kaliumin merkitys on suuri elollisissa osissa.

MN Viittaa suuriin paikallisiin vaihteluihin. Valkeakotisilla ja Vuoskojärvellä mobiliteetti on suurempi ilmeisesti happokuorman takia.

VIITELUETTELO

Bringmark, L. & Bringmark, E. (1990). Initial Evaluation of Soil, Soil Water and Ground Water Data. Pilot Programme on Integrated Monitoring. 1 Annual Synoptic Report 1990. EDC, Helsinki.

Bremer, P., Junnto, S. & Laurila, T. (1990). Evaluation of Atmospheric Deposition Data. Pilot Programme on Integrated Monitoring. 1 Annual Synoptic Report 1990. EDC, Helsinki.

Bråkenhielm, S. & Eriksson, L. (1990). Initial Evaluation of Biological Data. Pilot Programme on Integrated Monitoring. 1 Annual Synoptic Report 1990. EDC, Helsinki.

Cerny, J. (1989). Baseflow Buffering Against Acid Atmospheric Input. *Ambio* 18:5.

Dillon, P.J., Evans, H.E. & Scholer, P.J. (1989). The effects of acidification on metal budgets of lakes and catchments. *Biochemistry*

Hultengren, S. & Martinsson, P.-O. (1990). Lavar och luftföroreningar. (in prep.)

Kallio, K. & Kauppi, L. (1990). Ion budgets of small forested basins. Kämäri, J. et al. (ed.) *Regional Acidification Models. Geographic Extent and Time Development*. Springer-Verlag.

Karlsson, V. & Reissel, A. (1988). Sampling of Precipitation - the Effect of some Contaminants. EMEP Expert Meeting on Sampling, Chemical Analysis and Quality Assurance. Arona.

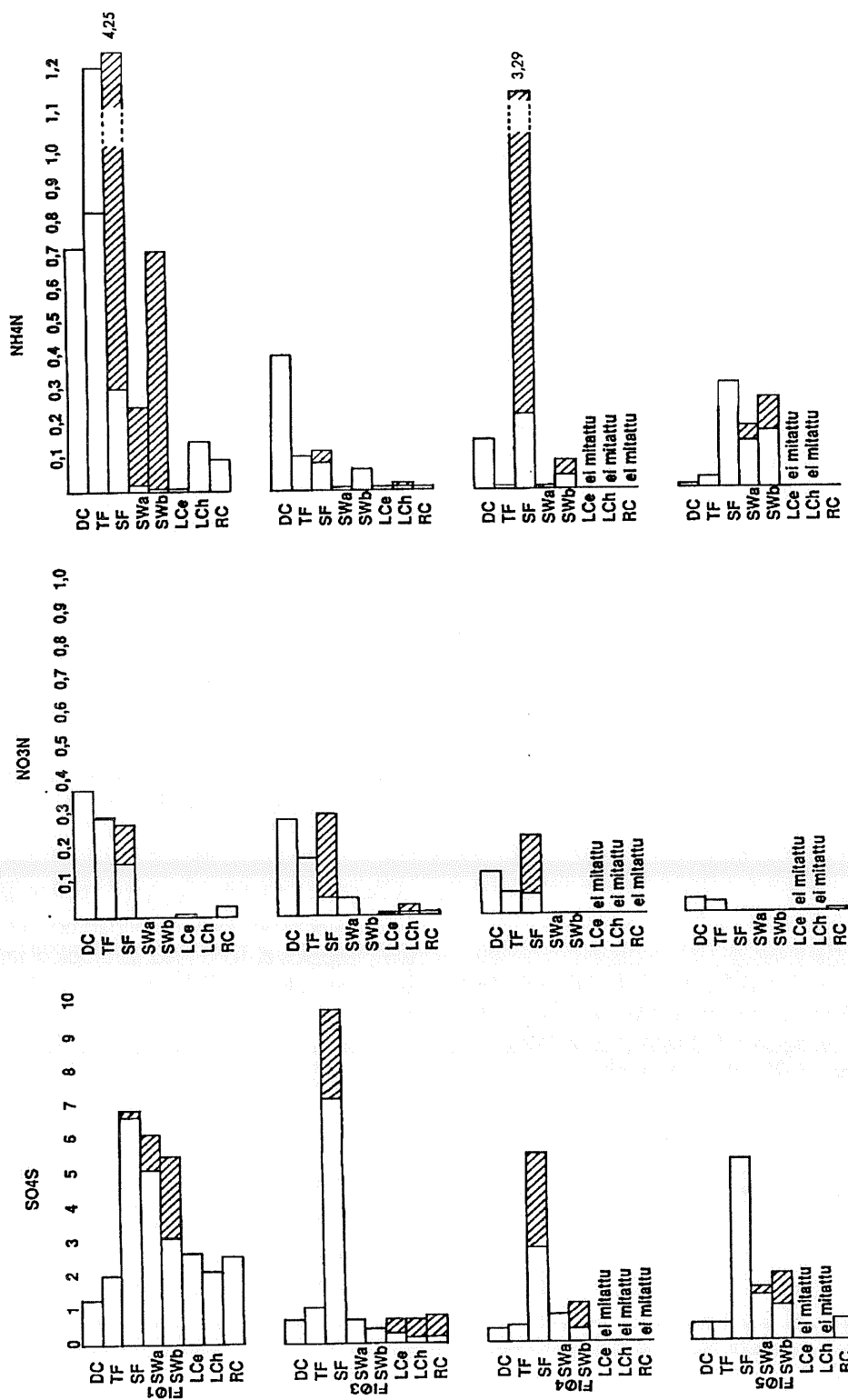
Löfblad, G. & Westling, O. (1989). Methods for Determination of Atmospheric Deposition. Methods for Integrated Monitoring in the Nordic Countries. Nordic Council of Ministers 1989:68.

Reynolds, B. & Pomeroy, A.B. (1988). Hydrogeochemistry Of chloride in an upland catchment in mid-Wales. *Journal of Hydrology* 99.

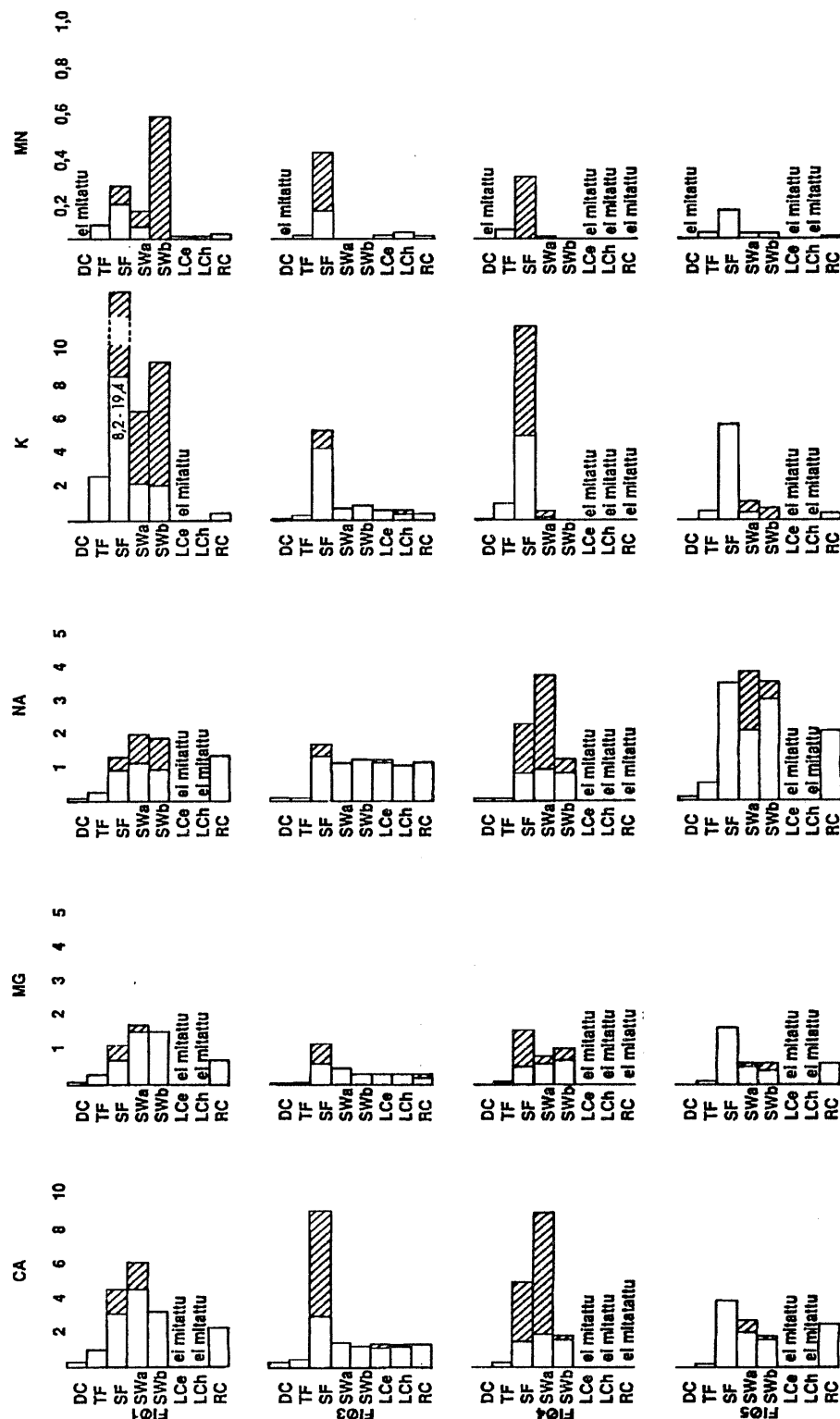
Tuovinen, J.P. et al. (1990). Model estimation of nitrogen and sulphur deposition. Kämäri, J. et al. (ed.) *Regional Acidification Models. Geographic Extent and Time Development*. Springer-Verlag.

Westling, O. (1990). Initial Evaluation of Input/Output Data. Pilot Programme on Integrated Monitoring. 1 Annual Synoptic Report 1990. EDC, Helsinki.

Wright, R.F. & Johannessen, M. (1980). Input-output budgets of major ions at gauged catchments in Norway. Drablos & Tollan (ed.) *Ecological impact of acid precipitation*. Oslo.



Kuva 8. Sulfaattirikin ja typpikomponenttien keskimääräiset kesäpitoisuudet eri alueilla ja ympäristön osissa. Varjostetut alueet osoittavat näytepaikkaeroja.



Kuva 9. Peruskationien ja mangaanin keskimääräiset kesäpitoisuudet eri alueilla ja ympäristön osissa. Varjos-
tetut alueet osoittavat näytepaikkaeroja.

Yhteenvetotaulukoiden lyhenteet:

DC (*Bulk deposition chemistry*) = sadelaskeuman kemia

TF (*Throughfall chemistry*) = metsään tulevan laskeuman kemia

SF (*Stemflow chemistry*) = runkovaluman kemia

SW (*Soil water chemistry*) = maaveden kemia

RC (*Runoff chemistry*) = valumaveden kemia

LC (*Lake chemistry*) = järviveden kemia

NC (*Foliage chemistry*) = neulasten kemia

SC (*Soil chemistry*) = maaperän kemia

Liitteessä suluissa olevat arvot viittaavat vain suuruusluokkaan; havaintojen määrä on tällöin liian pieni tilastolliseen käsittelyyn.

ALUE: FIO1 VALKEAKOTINEN

TALVIPITOISUUDET (X-IV)

VESILIUKOISESSA MUODOSSA (mg/l/kk)

	SO4S	NO3N	NH4N	CA	MG	NA	K	PTOT	CORT	MN	CL	AL	H(umol)	HUOM
DC	0.78	0.45	0.42	0.23	0.04	0.22	0.05	---	---	---	0.44	---	37.71	
Lce	2.55	0.09	0.13	2.45	0.75	1.30	0.45	0.02	---	0.03	1.20	0.20	9.26	Pintavesi 0-100 cm
LCh	2.65	0.03	0.37	3.10	0.95	1.60	0.50	0.05	---	0.05	1.40	0.27	3.66	Syvävesi 500 cm
RC	2.66	0.04	0.11	2.74	0.82	1.44	0.46	0.02	---	0.03	1.50	0.22	20.25	

KESÄPITOISUUDET (V-IX)

VESILIUKOISESSA MUODOSSA (mg/l/kk)

	SO4S	NO3N	NH4N	CA	MG	NA	K	PTOT	CORT	MN	CL	AL	H(umol)	HUOM
DC	1.34	0.36	0.69	0.28	0.05	0.09	0.25	---	---	---	0.20	---	38.37	
IFx	2.04	0.29	1.20	0.99	0.23	0.18	2.36	---	---	0.09	0.97	---	39.82	Mänty-kuusi puusto
SFX	6.61	0.26	1.65	4.48	0.77	1.23	8.18	---	---	0.23	3.89	---	98.86	Mänty-kuusi puusto
SFP	6.49	0.16	0.31	3.16	1.11	0.90	19.45	---	---	0.33	3.61	---	44.43	Koivikko
SFS	6.49	0.24	4.25	4.38	0.84	1.14	10.08	---	---	0.23	3.73	---	23.91	Männikkö
SWma	5.91	0.00	0.02	4.49	1.48	1.08	6.23	0.00	---	0.16	4.27	---	1.24	Keskirinne 10-15 c
SWmb	5.28	0.00	0.01	14.37	7.93	1.83	9.03	27.50	---	0.70	2.63	---	0.62	Keskirinne 30-35 c
SWda	4.95	0.00	0.24	5.95	1.65	1.90	2.10	0.00	---	0.07	6.60	---	0.50	Alarinne 10-15 c
SWdb	3.20	0.00	0.68	3.15	1.65	0.85	2.00	0.00	---	0.01	2.47	---	0.17	Alarinne 30-35 c
Lce	2.60	0.01	0.01	---	---	---	---	0.02	---	0.02	0.90	---	5.28	Pintavesi 0-100 cm
LCh	2.10	0.00	0.14	---	---	---	---	0.02	---	0.02	0.80	---	2.65	Syvävesi 500 cm
RC	(2.50)	0.03	0.09	(2.30	0.70	1.30	0.40)	0.03	---	0.03	(1.10	0.20)	20.33	

KIINTEÄSSÄ MUODOSSA (mg/kg/v)

	STOT	NTOT	CA	MG	NA	K	PTOT	CORT	MN	PB	CD	AL	H	HUOM
NCS	1000	14000	2475	1098	24	4581	1399	546500	367	2.5	0.17	---	---	Mänty
Nca	1000	11600	4265	1263	31	5580	1465	529600	640	1.3	0.04	---	---	Kuusi
SCdh	1400	10600	3359	479	2	778	597	360000	216	40.7	0.00	10.2	4.1	Alarinne humus
SCde	200	2200	264	49	2	51	115	47000	50	23.9	0.00	207.3	4.2	Alarinne 0-5 cm min

fi01....

TALVEN MASSAVIRRAT (mg/m²/kk)

	SO ₄ S	NO ₃ N	NH ₄ N	CA	MG	NA	K	PTOT	CORT	MN	CL	AL	H
DC	31.7	18.6	16.1	8.8	1.7	8.8	2.1	---	---	---	18.1	---	1.7
RC	78.8	1.5	3.7	81.6	24.0	43.1	14.2	0.41	---	0.86	46.6	---	0.7
+		17.1	12.4										1.0
-	47.1			72.8	22.3	34.3	12.1	---	---	---	28.5	---	

(Sadelaskeuma)

KESÄN MASSAVIRRAT (mg/m²/kk)

	SO ₄ S	NO ₃ N	NH ₄ N	CA	MG	NA	K	PTOT	CORT	MN	CL	AL	H
DC	49.1	13.1	23.7	9.8	1.5	4.1	5.6	---	---	---	8.2	---	1.9
TFx	109.1	13.8	45.6	52.0	12.0	8.9	122.4	---	---	4.8	51.0	---	2.2
SFx	0.9	0.0	0.2	0.6	0.1	0.2	1.0	---	---	0.0	0.5	---	
SFP	0.8	0.0	0.0	0.4	0.1	0.1	3.7	---	---	0.0	0.5	---	
SFs	0.9	0.0	0.5	0.6	0.1	0.1	1.3	---	---	0.0	0.5	---	
RC	18.0	0.2	0.6	17.7	5.2	9.6	3.0	0.20	---	0.2	8.0	---	0.1
+	31.1	12.9	23.1				2.6				0.2		1.8
-				7.9	3.7	5.5		---	---	---			
++	91.1	13.6	45.0	34.3	6.8	119.4				4.6	43.0		2.1
--						0.7		---	---	---			

(Sadelaskeuma)

(Lehvästölaskeuma)

f101...
VUOSITASEET

TASELASKELMA 1 (BULK IN - RUNOFF OUT: MG/M2/V)

	SO4S	NO3N	NH4N	CA	MG	NA	K	HCO3	CL	AL	H
IN	467	195	231	110	20	82	43	0	167	----	21
OUT	642	12	29	660	194	350	114	0	366	----	5
JÄK		173	202								16
POIS	175			550	174	268	71		199	----	

TASELASKELMA 2 (WD+DD IN - RUNOFF OUT: MG/M2/V:CL-KORJATTU)

	SO4S	NO3N	NH4N	CA	MG	NA	K	HCO3	CL	AL	H
IN	1023	427	506	241	44	180	94	0	366	----	46
OUT	642	12	29	660	194	350	114	0	366	----	5
JÄK	381	415	477								41
POIS				419	150	170	20		0	----	

ALUE: F103 HIETAJÄRVI

TALVIPIITOISUUDET (X-IV)

VESILIUKOISESSA MUODOSSA (mg/l/kk)

	SO4S	NO3N	NH4N	CA	MG	NA	K	PTOT	CORT	MN	CL	AL	H(umol)	HUOM
DC	0.68	0.37	0.32	0.16	0.03	0.15	0.06	---	---	---	---	---	37.66	
RC1	0.25	0.03	0.02	0.96	0.20	0.86	0.32	0.01	---	0.02(1.10	0.05)	7.99		Tulopuro
LC1e	0.17	0.04	0.03	1.28	0.30	1.08	0.45	0.01	---	0.02 1.30(0.07)	3.82			Pieni Hietajärvi. 0-100
LC1h	0.17	0.05	0.04	1.30	0.43	1.33	0.53	0.02	---	0.04(2.00	0.05)	2.49		Pieni Hietajärvi. 500 c
LC2e	0.81	0.04	0.02	1.30	0.33	1.00	0.40	0.01	---	0.01 0.64	---	0.61		Iso Hietajärvi. 0-100 c
LC2h	0.72	0.05	0.02	1.53	0.38	1.20	0.50	0.01	---	0.02 0.52	---	0.82		Iso Hietajärvi. 500 c
RC2	0.81	0.05	0.02	1.28	0.30	1.02	0.40	0.01	---	0.01 0.62	---	1.08		Menopuro

KESÄPIITOISUUDET (V-IX)

VESILIUKOISESSA MUODOSSA (mg/l/kk)

	SO4S	NO3N	NH4N	CA	MG	NA	K	PTOT	CORT	MN	CL	AL	H(umol)	HUOM
DC	0.73	0.27	0.38	0.29	0.05	0.09	0.12	---	---	---	0.16	---	36.51	
TFx	0.96	0.17	0.09	0.40	0.09	0.09	0.21	---	---	0.02 0.27	---	43.85		Mänty-kuusi puusto
SFP	6.94	0.28	0.11	3.01	0.64	1.27	5.13	---	---	0.20 1.55	0.03	329.97		Koivikko
SFS1	8.18	0.27	0.06	6.09	0.90	1.38	4.13	---	---	0.17 3.31	0.03	287.39		Männikkö 1
SFS2	9.29	0.05	0.11	8.76	1.10	1.62	4.75	---	---	0.50 4.21	0.05	177.41		Männikkö 2
SWda	0.67	0.05	0.01	1.38	0.45	1.08	0.70	0.00	---	0.00(1.40)	---	(0.26)		Alarinne 10-15 cm
SWdb	0.44	0.00	0.06	1.15	0.33	1.18	0.80	0.00	---	0.00(0.93)	---	(0.29)		Alarinne 30-35 cm
RC1	0.20	0.01	0.01	0.95	0.23	1.08	0.40	0.01	---	0.01(1.00)	---	3.22		Tulopuro
LC1e	0.30	(0.01)	0.01	1.10	0.27	1.10	0.53	0.01	---	0.02(1.00)	---	0.60		Pieni Hietajärvi. 0-10
LC1h	0.17	0.03	0.02	1.20	0.33	1.00	0.43	0.02	---	0.05(1.20)	---	2.62		Pieni Hietajärvi. 50
LC2e	0.72	0.01	0.01	1.27	0.30	1.17	0.63	0.01	---	0.03 0.98	---	0.24		Iso Hietajärvi. 0-100
LC2h	0.72	0.01	0.01	1.27	0.30	1.00	0.60	0.01	---	0.03 0.62	---	0.25		Iso Hietajärvi. 500
RC2	0.77	0.01	0.01	1.28	0.33	1.05	0.45	0.01	---	0.02 0.60	---	0.54		Menopuro

f103...
KIINTEÄSSÄ MUODOSSA (mg/kg/v)

	STOT	NTOT	CA	MG	NA	K	PTOT	CORT	MN	PB	CD	AL	H	HUOM
NCS	1000	11167	2171	899	31	4815	1285	538500	622	2.3	0.27	----	----	Mänty
SCuh	1400	10100	2161	295	2	982	746	496000	425	34.9	0.00	9.0	234.4	Ylärinne, humus
SCdh	1333	9667	2250	300	2	871	659	479000	187	28.9	0.09	39.4	268.7	Alarinne, humus
SCue	0	400	43	7	1	23	207	11000	51	9.6	0.00	70.7	34.7	Ylärinne, 0-5 cm min.
SCde	67	233	28	5	1	16	196	11667	17	11.3	0.00	55.3	38.0	Alarinne, 0-5 cm min.
SCua	100	900	23	4	1	13	864	13000	280	24.4	0.00	36.8	4.5	Ylärinne, 5-20 cm min
SCda	133	200	13	3	1	9	413	7667	46	20.7	0.00	12.6	7.1	Alarinne, 5-20 cm min
SCdb	67	167	12	2	1	4	221	2333	46	12.7	0.00	3.0	2.3	Alarinne, 20-40 cm mi

TALVEN MASSAVIRRAT (mg/m2/kk)

	SO4S	NO3N	NH4N	CA	MG	NA	K	PTOT	CORT	MN	CL	AL	H
DC	29.0	18.1	13.1	5.6	1.3	7.4	2.6	----	----	----	14.5	----	1.9
RC	35.5	1.8	1.0	55.0	13.2	43.7	17.6	0.24	----	0.45	27.1	----	0.1
+	16.3	12.1							----				1.8
-	6.5		49.4	11.9	36.3	15.0	----	----	----	12.6	----		(Sadelaskeuma)

KESÄN MASSAVIRRAT (mg/m2/kk)

	SO4S	NO3N	NH4N	CA	MG	NA	K	PTOT	CORT	MN	CL	AL	H
DC	43.9	15.4	19.7	15.0	3.3	5.8	6.5	----	----	----	10.7	----	2.3
TF	66.3	11.6	6.0	27.4	6.0	6.0	13.4	----	----	1.47	18.5	----	3.1
SFP	1.1	0.0	0.0	0.4	0.1	0.2	0.7	----	----	0.07	0.2	----	
SF5	1.2	0.0	0.0	0.9	0.1	0.2	0.6	----	----	0.05	0.4	----	
SFS	1.3	0.0	0.0	1.2	0.2	0.2	0.6	----	----	0.15	0.5	----	
RC	29.7	0.7	0.3	45.8	11.9	37.5	14.6	0.27	----	1.06	23.9	----	0.0
+	14.2	14.7	19.4						----				2.3
-			30.8	8.6	31.7	8.1	----	----	----	13.2	----		(Sadelaskeuma)
++	36.6	10.9	5.7						----	0.41			3.1
--			18.4	5.9	31.5	1.2	----	----	----	5.4	----		(Lehvästölaskeuma)

f103...
VUOSITASEET

TASELASKELMA 1 (BULK IN - RUNOFF OUT: MG/M2/V)

	SO4S	NO3N	NH4N	CA	MG	NA	K	HCO3	CL	AL	H
IN	488	204	190	114	20	81	51	0	155	----	25
OUT	397	16	9	614	152	493	197	1522	309	----	0
JÄÄ	91	186	181								25
POIS				500	132	402	146	1522	154	----	

TASELASKELMA 2 (WD+DD IN- RUNOFF OUT: MG/M2/V: CL-KORJATTU)

	SO4S	NO3N	NH4N	CA	MG	NA	K	HCO3	CL	AL	H
IN	971	406	378	227	40	161	101	0	309	----	50
OUT	397	16	9	614	152	493	197	1522	309	----	0
JÄÄ	574	390	369								50
POIS				387	112	332	98	1522	0	----	

ALUE: F104 PESOSJÄRVI

TALVIPITOISUUDET (X-IV)

VESILIUKOISESSA MUODOSSA (mg/l/kk)

	SO4S	NO3N	NH4N	CA	MG	NA	K	PTOT	CORT	MN	CL	AL	H(umol)
DC	0.59	0.25	0.19	0.09	0.02	0.11	0.03	----	----	----	0.25	----	35.84

KESÄPITOISUUDET (V-IX)

VESILIUKOISESSA MUODOSSA (mg/l/kk)

	SO4S	NO3N	NH4N	CA	MG	NA	K	PTOT	CORT	MN	CL	AL	H(umol)	HUOM
DC	0.44	0.12	0.14	0.06	0.02	0.07	0.06	----	----	----	0.14	----	24.06	
TFx	0.76	0.06	0.02	0.23	0.07	0.16	0.86	----	----	0.05	0.57	----	28.25	Mänty-kuusi
SFs	2.75	0.05	3.29	2.00	0.52	1.23	4.75	----	----	0.23	2.98	----	3.19	Männikkö
SFa	5.33	0.22	2.79	4.76	0.85	2.15	10.38	----	----	0.35	6.08	----	18.16	Kuusikko
SFP	2.66	0.08	0.21	1.51	0.48	1.10	5.35	----	----	0.24	2.41	----	38.56	Koivikko
Sft	3.00	0.13	0.91	6.25	1.48	0.78	10.76	----	----	0.04	2.40	----	0.53	Haavikko
SWua	0.82	0.00	0.01	1.85	0.80	0.90	0.15	0.00	----	0.01	1.13	----	0.36	Ylärinne, 10-15 cm
SWub	1.09	0.00	0.08	1.77	1.00	1.23	0.00	0.00	----	0.01	(0.80)	----	(0.79)	Ylärinne, 30-35 cm
SWda	----	----	----	8.78	0.63	3.55	0.45	0.00	----	0.00	----	----	(0.04)	Alarinne, 10-15 cm
SWdb	1.30	0.00	0.04	1.60	0.65	0.80	0.00	0.00	----	0.00	0.90	----	0.27	Alarinne, 30-35 cm

TALVEN MASSAVIRRAT (mg/m2/kk)

	SO4S	NO3N	NH4N	CA	MG	NA	K	PTOT	CORT	MN	CL	AL	H
DC	21.7	9.8	7.0	3.2	0.8	4.6	1.0	----	----	----	10.0	----	1.4

KESÄN MASSAVIRRAT (mg/m2/kk)

	SO4S	NO3N	NH4N	CA	MG	NA	K	PTOT	CORT	MN	CL	AL	H
DC	31.5	8.2	10.2	4.1	1.1	4.4	4.6	----	----	----	7.4	----	1.7
TFx	27.7	1.9	0.7	8.0	2.4	5.0	26.7	----	----	1.6	19.8	----	1.2
SFs	0.2	0.0	0.2	0.1	0.0	0.1	0.3	----	----	----	0.2	----	
SFa	0.5	0.0	0.3	0.3	0.0	0.1	0.6	----	----	----	0.6	----	
SFP	0.2	0.0	0.0	0.1	0.3	0.1	0.4	----	----	----	0.2	----	
Sft	0.2	0.0	0.1	0.4	0.1	0.1	0.7	----	----	----	0.2	----	

ALUE: FIO5 VUOSKOJÄRVI

TALVIPITOISUUDET (X-IV)

VESILIUKOISESSA MUODOSSA (mg/l/kk)

	SO4S	NO3N	NH4N	CA	MG	NA	K	PTOT	CORT	MN	CL	AL	H(umol)HUOM
DC	0.55	0.21	0.18	0.20	0.06	0.42	0.07	----	----	----	0.74	----	23.15
Lce	0.80	0.01	0.03	2.53	0.84	2.23	0.47	0.00	----	0.01	2.03	----	0.34 Pintavesi 0-100 cm
Lch	0.83	0.01	0.03	2.37	0.81	2.23	0.41	0.00	----	0.01	2.03	----	Syvävesi 500 cm
RC	0.79	0.04	0.01	2.25	0.81	1.96	0.45	0.01	----	0.01	2.00	----	0.17

KESÄPITOISUUDET (V-IX)

VESILIUKOISESSA MUODOSSA (mg/l/kk)

	SO4S	NO3N	NH4N	CA	MG	NA	K	PTOT	CORT	MN	CL	AL	H(umol)HUOM
DC	0.47	0.04	0.01	0.04	0.02	0.11	0.03	----	----	----	0.19	----	29.58
Tfp	0.51	0.03	0.03	0.16	0.12	0.46	0.48	----	----	0.02	0.75	----	21.95 Tunturikoivikko
Sfs	5.10	0.00	0.30	3.90	1.62	3.27	5.55	----	----	0.15	10.14	----	314.01 Männikkö
SWma	1.28	0.00	0.17	2.70	0.53	1.97	1.10	0.00	----	0.03	(3.05)	----	(3.48) Keskirinne, 10-15 cm
SWmb	1.92	0.00	0.16	1.87	0.57	2.87	0.70	0.00	----	0.03	(2.45)	----	(3.45) Keskirinne, 30-35 cm
SWda	1.53	0.00	0.13	1.97	0.63	3.70	0.50	0.00	----	0.02	(6.80)	----	(3.07) Alarinne, 10-15 cm
SWdb	1.00	0.00	0.25	1.67	0.43	3.43	0.00	0.00	----	0.02	(6.55)	----	(2.97) Alarinne, 30-35 cm
RC	0.62	0.01	0.00	2.48	0.65	2.00	0.35	0.01	----	0.01	1.70	----	0.07

KIINTEÄSSÄ MUODOSSA (mg/kg)

	STOT	NTOT	CA	MG	NA	K	PTOT	CORT	MN	PB	CD	AL	H	HUOM
NCS	1000	15500	1840	1236	23	4918	1571	527000	241	2.1	0.13	----	----	Mänty
SCuh	1300	9600	2193	562	4	585	575	401000	60	13.2	0.00	94.5	123.0	Ylärinne, humus
SCmh	1500	12100	2401	623	5	800	834	458000	232	13.3	0.00	0.0	123.0	Keskirinne, humus
SCdh	1550	11050	2071	576	6	827	841	490500	89	13.8	0.00	225.8	377.4	Alarinne, humus
SCue	100	1000	72	15	2	14	145	21000	46	18.9	0.00	123.5	24.6	Ylärinne, 0-5 cm min
SCme	100	300	63	19	2	18	115	16000	43	13.4	0.00	150.7	56.2	Keskirinne, 0-5 cm m
SCde	100	900	70	22	2	18	148	19000	39	14.8	0.00	88.3	45.2	Alarinne, 0-5 cm min
SCua	100	400	47	7	2	7	181	11000	98	26.9	0.00	38.3	3.9	Ylärinne, 5-20 cm mi
SCma	100	300	29	6	2	9	236	11000	84	21.8	0.00	49.5	10.2	Keskirinne, 5-20 cm

```
f105....
TALVEN MASSAVIRRRAT (mg/m2/kk)
      SO4S NO3N NH4N CA MG NA K PTOT CORT MN CL AL H
DC    18.6  7.2  6.3  0.7 2.0 14.4 2.2 ---- 25.1 ---- 0.8
```

```
KESÄN MASSAVIRRRAT (mg/m2/kk)
      SO4S NO3N NH4N CA MG NA K PTOT CORT MN CL AL H
DC    25.7  2.5  0.6  0.2 0.8  5.3 1.4 ----  9.6 ---- 1.6
TFP   16.3  1.1  1.3  4.9 3.4 11.6 14.1 ---- 19.5 ---- 0.8
SFP    1.0  0.0  0.0  0.1 0.3  0.3 0.9 ----  1.2 ----
```


ISBN 951-47-4031-9